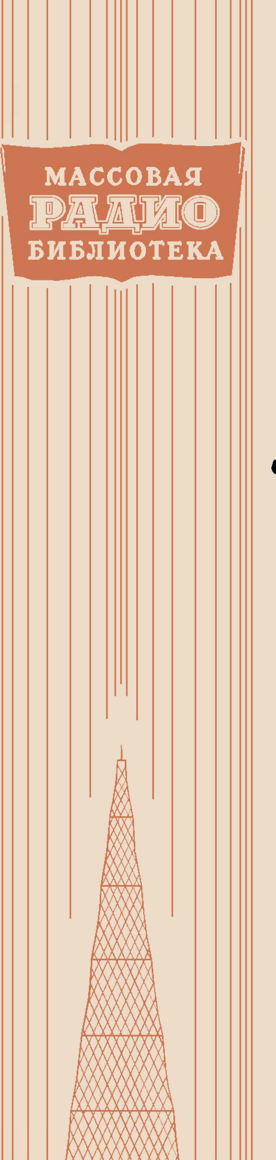
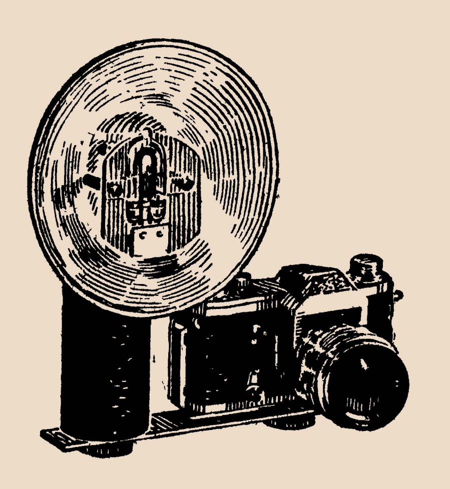


В. И. ВАНЕЕВ и Е. К. СОНИН

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ-ВСПЫШКИ



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

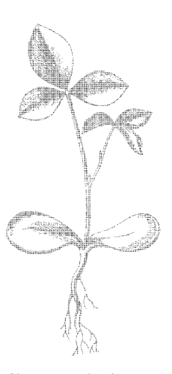


МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 356

В. И. ВАНЕЕВ и Е. К. СОНИН

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ-ВСПЫШКИ





ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1959 ЛЕНИНГРАД

В брошюре описаны газоразрядные импульсные лампы и схемы фотографических ламп-вспышек, в которых они применяются, а также рассмотрены возможные источники питания импульсных ламп.

Брошюра рассчитана на широкий круг радиолюбителей и фотолюбителей.

Ванеев Владимир Иванович и Сонин Евгений Константинович

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ-ВСПЫШКИ

Редактор *В. В. Енютин* Техн. редактор *Т. И. Павлова*

Сдано в набор 26/IX 1959 г. Подписано к печати 1/XII 1959 г.
Т-13050 Бумага $84 \times 108^1/_{32}$. 2,46 печ. л. Уч.-изд. 2,85
Тираж 55 000 экз. Цена 1 р, 15 к. Заказ 495

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последние годы фотографическая техника обогатилась мощным осветительным средством, позволяющим по-новому решать ряд проблем фотосъемки. Это средство стало возможным только благодаря применению методов электроники и обусловлено тем развитием, которого достигла техника изготовления газонаполненных приборов.

Новый источник света называется электронной импульсной лампой или просто импульсной лампой.

Импульсные лампы по яркости превосходят все прежние осветительные приборы и сравнимы только с прямым солнечным светом. Спектральный их состав также близок к спектральному составу солнечного света.

Ценным качеством этого источника света является его импульсный характер. Вспышка занимает столь короткий отрезок времени и имеет такую яркость, что при ее свете могут быть сфотографированы явления, имеющие весьма малую продолжительность.

Задачей данной брошюры является ознакомление радиолюбителей и фотолюбителей с основными принципами работы этого устройства и некоторыми практическими схемами электронных ламп-вспышек, доступными для самостоятельного изготовления.

Гл. 1 и 3 написаны В. И. Ванеевым, а гл. 2 — Е. К. Сониным.

Авторы

Глава первая

ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАМПА-ВСПЫШКА

Принцип действия и общая схема включения

Электронная импульсная лампа-вспышка, иногда называемая просто «лампа-вспышка», обычно состоит из следующих основных частей: газоразрядной трубки, рефлектора, питающего конденсатора, батареи питания и вспомогательного оборудования. Все элементы лампы-вспышки монтируются с учетом возможности удобного переноса ее вместе с фотоаппаратом.

Назначение основных элементов лампы и их взаимодействие можно легко уяснить из принципиальной схемы на рис. 1.

Питающий конденсатор C_1 емкостью в несколько сотен микрофарад подключается к источнику питания *Б* и заряжается до его полного напряжения *U*. При замыкании переключателя *К* (непосредственно или путем замыкания подключенного параллельно синхроконтакта фотоаппарата) конденсатор C_2, заряженный до напряжения примерно $0{,}25U$, разряжается через первичную обмотку *I* импульсного трансформатора *ИТ*. Колебательный разряд этого конденсатора возбуждает во вторичной обмотке *II* трансформатора напряжение 10—15 *кв*, которое ионизирует газ в лампе *ИЛ*, в результате чего наступает мгновенный разряд конденсатора C_1 через эту лампу.

В электронных лампах-вспышках источником света являются стеклянные или кварцевые трубки, наполненные ксеноном. Для подведения необходимого напряжения на концах трубки впаиваются два электрода, которые служат анодом и катодом трубки. Конструктивно электроды обычно выполняются в виде проволочек или металлических стержней.

Такой прибор, называемый импульсной лампой, чаще всего изготовляется в виде буквы U или свертывается в спираль.

К электродам импульсной лампы подается постоянное напряжение, называемое напряжением зажигания. Если при этом наполняющий лампу газ каким-либо способом ионизировать, то в ней произойдет мощный искровой разряд, при котором значительная часть энергии выделится в виде лучей видимого света.

Ионизация газа осуществляется обычно приложением к намотанной на наружную поверхность лампы проволоке (или металлическому хомутику) большого электрического потенциала (порядка 10 *кв*). В момент приложения электрического импульса инертный газ в лампе ионизируется, внутреннее ее сопротивление резко падает, и под влиянием приложенного к электродам напряжения начинается разряд.

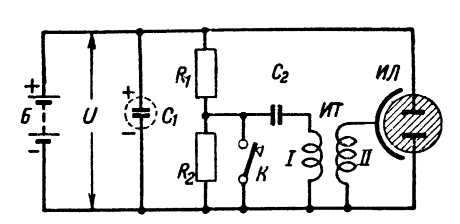


Рис. 1. Принципиальная схема включения импульсной лампы.

Искровой разряд продолжается до тех пор, пока не будет исчерпана емкость источника тока и его напряжение не упадет ниже значения, при котором разряд прекращается (обычно несколько десятков вольт). Разряд в лампе протекает спокойно и практически бесшумно. Электроды при импульсном разряде не успевают нагреваться и не разрушаются.

Основные технические данные отечественных импульсных ламп приведены в табл. 1.

Внутреннее сопротивление газоразрядной лампы во время вспышки очень мало, что равноценно короткому замыканию источника электрической энергии. Это не позволяет питать импульсные лампы непосредственно от обычных источников электроэнергии, и поэтому чаще всего для питания используется электроэнергия, накопленная в конденсаторе. Эта энергия будет тем больше, чем больше емкость конденсатора и чем до большего напряжения он заряжен.

Для питания газоразрядных ламп применяются чаще всего конденсаторы емкостью 500—2 500 *мкф* и рабочим напряжением 300—1 500 *в*. Конденсаторы столь большой ем-

Таблица 1

Основные данные отечественных импульсных ламп

Тип лампы	Номинальный режим питания					Ориентировочное сопротивление лампы, *ом*	Напряжение зажигания, *в*	Напряжение самопробоя, *в*	Наименьшая световая энергия, *сек·лм*	Ориентировочная длительность вспышки в номинальном режиме на уровне 35% максимальной силы света, *мсек*	Срок службы в номинальном режиме, тыс. вспышек
	Энергия вспышки, *дж*	Рабочее напряжение, *в*	Емкость питающего конденсатора, *мкф*	Средняя мощность, *вт*	Минимальный интервал между вспышками в номинальном режиме, *сек*						
ИФК-20	20	130	2 500	2	10	0,16	100	700	200	0,2	10
ИФК-50	50	200	2 500	5	10	0,32	140	1 000	700	0,4	10
ИФК-120	120	300	2 500	12	10	0,7	180	1 000	2 500	1,2	10
ИФК-500	500	500	4 000	30	15	4	400	3 500	10 000	8	10
ИФК-2000	2 000	500	16 000	300	15	0,45	250	2 000	60 000	4	5
ИФБ-300	300	300	6 500	40	7,5	2,5	240	1 500	5 000	8	10
ИФП-200	200	500	1 600	27	7,5	2	450	2 000	3 500	1,6	3
ИФП-1500	1 500	1 000	3 000	100	15	6	900	4 000	35 000	9	3
ИФП-500	500	500	4 000	65	7,5	3,5	450	3 000	12 000	7	3
ИФП-4000	4 000	1 400	4 000	270	15	8	1 300	5 000	120 000	16	3
ИФП-15000	15 000	2 400	5 000	1 250	12	1,8	1 600	5 000	500 000	4,5	10
ИСТ-10	0,01	500	0,08	10	0,001	1	180	1 000	Средняя сила света 1 *св*	0,007	20 ч

кости в допустимых для переносного прибора габаритах могут быть только электролитическими. Конденсаторы других типов, например бумажно-масляные, применяются только в специальных высоковольтных приборах, рассчитанных на очень кратковременную вспышку.

Необходимо иметь в виду, что электролитические конденсаторы рассчитаны на определенную полярность включения (отрицательный полюс источника обычно подключается к корпусу конденсатора). Емкость их при понижении температуры уменьшается.

Уменьшение емкости электролитического конденсатора происходит и при длительном его бездействии. В этом случае емкость восстанавливается при включении конденсатора под напряжение, однако это требует некоторого времени. Эта особенность электролитических конденсаторов приводит к необходимости специально включать лампу под напряжение не реже 1 раза в месяц.

Напряжение на конденсаторах, включенных в прибор, достаточно велико, поэтому при обращении с ними необходимо принимать меры предосторожности. Ни в коем случае нельзя разбирать импульсную лампу или производить какие-либо изменения в ее схеме до полного разряда конденсаторов. После вскрытия прибора конденсатор должен быть разряжен коротким замыканием его контактов металлическим предметом (отверткой) с изолированной ручкой. Гарантированный саморазряд наступает примерно через 10 *мин* после выключения источника питания.

Электрическая энергия, накопленная в конденсаторе, пропорциональна его емкости и квадрату напряжения, до которого он заряжен, и определяется по формуле

$$E = \frac{U^2 C}{2}.$$

По этой формуле E получается **в ватт-секундах, если** емкость выражена в микрофарадах, а напряжение—в киловольтах.

Время разряда конденсатора, определяемое его емкостью и внутренним сопротивлением лампы, может быть рассчитано по следующей формуле:

$$T = CR,$$

где T — время разряда, *мксек*;
C — емкость конденсатора, *мкф*;
R — сопротивление трубки, *ом*.

Обычно для фотографических целей применяют импульсные лампы с временем разряда порядка 1—2 *мсек* и конденсаторами на напряжение 300—500 *в*. В специальных случаях может потребоваться бо́льшая скорость разряда (порядка 0,3 *мсек*). В этих случаях применяются импульсные лампы с напряжением около 3 000 *в* и соответственно конденсаторами меньшей емкости.

На рис. 2 показаны кривые разряда конденсатора двух ламп, работающих примерно при одном начальном уровне энергии, но имеющих время разряда соответственно 0,2 и 1 *мсек*. Из этих кривых видно, что при той же электрической энергии высоковольтное устройство с малым по емкости конденсатором дает разряд высокой интенсивности, но малой длительности; устройство же низкого напряжения с конденсатором большой емкости обеспечивает продолжительный разряд, но более низкой интенсивности.

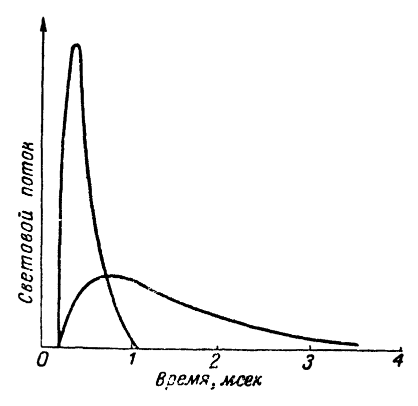


Рис. 2. Кривые разряда двух импульсных ламп с разным временем разряда.

Электрическая энергия разряда превращается в световую энергию неполностью. Часть ее расходуется на нагревание конденсатора и газоразрядной лампы. Эффективность современных импульсных ламп—около 45 *лм/вт*.

Разряд в импульсной лампе начинается практически немедленно после замыкания контакта. Максимум энергии выделяется на протяжении первой половины (точнее около 35%) общего времени разряда. Световой поток при этом может достигать 50 млн. *лм*. Спектр излучения ксенонового разряда примерно соответствует спектру солнечного света и почти полностью совпадает с распределением светочувствительности панхроматического материала.

Так как внутреннее сопротивление лампы определяет продолжительность разряда (чем больше сопротивление, тем дольше протекает разряд), то замена ламп различных типов приводит к изменению распределения силы света

во времени. Это показывает, что нельзя сравнивать приборы только по накапливаемому их конденсаторами уровню электрической энергии.

Схемы зажигания импульсных ламп

Как уже указывалось, для осуществления начальной ионизации газов в газоразрядной лампе используется колебательный разряд вспомогательного конденсатора через первичную обмотку повышающего трансформатора или автотрансформатора. Полученный во вторичной обмотке импульс напряжения подается на один из электродов лампы и хомутик, надетый на ее баллон. Разряд конденсатора через первичную обмотку поджигающего трансформатора происходит в результате замыкания синхроконтакта при

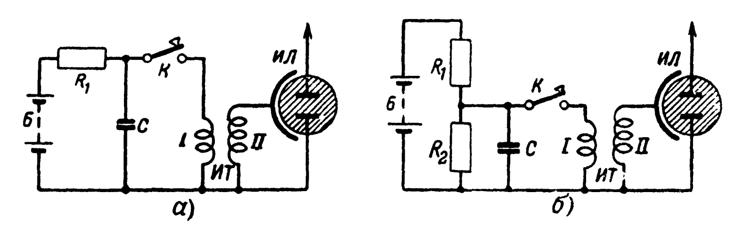


Рис. 3. Схемы зажигания.
а — с сопротивлением; *б* — с потенциометром.

спуске затвора фотоаппарата или с помощью специальной кнопки на ручке лампы.

На рис. 3 приведены две наиболее распространенные схемы зажигания. Емкость конденсатора *С* выбирается такой, чтобы, с одной стороны, образовалась достаточная мощность для компенсации тепловых потерь в подводящих проводах, контактах и обмотках трансформатора, а с другой — она не должна быть слишком велика, чтобы накопленный заряд не разрушил синхроконтакта фотоаппарата.

Обычно емкость этого конденсатора выбирается в пределах 0,1—5 *мкф* при рабочем напряжении 100—200 *в*.

Поджигающий конденсатор заряжается, как правило, от источника питания рабочего конденсатора. Снижение напряжения до нужных пределов осуществляется при помощи сопротивления R_1 (рис. 3,*а*) или потенциометра, состоящего из сопротивлений R_1 и R_2 (рис. 3,*б*). Величина сопротивлений выбирается так, чтобы ток при замыкании кнопки *К* не превышал допустимого для батареи *Б* макси-

мального разрядного тока и чтобы ток через сопротивление R_2 при разомкнутой кнопке позволял зарядить конденсатор C до полного напряжения за время, не превышающее времени заряда рабочего конденсатора, т. е. практически за 5—7 *сек.*

Данные импульсных трансформаторов *ИТ*, рекомендуемых для отечественных импульсных ламп, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные данные импульсных трансформаторов и питающих их конденсаторов

Тип лампы	Обмотка *I*		Обмотка *II*		Оправка		Пропитка	Емкость питающего конденсатора, *мкф*
	Число витков	Провод	Число витков	Провод	Диаметр, *мм*	Длина, *мм*		
ИФК-2000 ИФП-1500	25	ПЭЛ 0,93	2 500	ПЭШО 0,15	21	50	Масло	1
ИФК-500 ИФП-200 ИФП-500	27	ПЭЛ 0,8	3 000	ПЭШО 0,07	8	30	Канифоль с церезином	4
ИФК-20 ИФК-50 ИФК-120 ИСТ-10	30	ПЭЛ 0,69	2 000	ПЭШО 0,06	7	20	То же	0,1
ИФБ-300	30	ПЭЛ 0,69	2 000	ПЭШО 0,06	7	20	„ „	0,5

При самостоятельном изготовлении каркас трансформатора следует выполнять секционированным, как показано на рис. 4,*а*. Число секций следует выбирать таким, чтобы напряжение вторичной обмотки на каждой секции не превышало 500—1 000 *в*. Корпус вытачивается из пластмассы или набирается из отдельных дисков и склеивается. Первичная обмотка *I* трансформатора обычно наматывается снаружи, а вторичная *II* внутри секций. Сердечника такой трансформатор обычно не имеет.

При намотке вторичной обмотки следует тщательно изолировать начальный вывод от последующих витков с тем, чтобы не было захлестывания витков и не получилось пробоя изоляции. Между слоями полезно прокладывать конденсаторную бумагу. Готовая обмотка пропитывается смесью канифоли с церезином.

Простейший поджигающий трансформатор (рис. 4,*б*) может быть выполнен в виде катушки длиной 30 *мм* и диаметром 20 *мм*. В качестве основы для обмоток используется гильза из прессшпана или пластмассы диаметром

10 *мм* и длиной 40 *мм*. На одном из концов гильзы просверливают два отверстия и в них укрепляют голый медный провод в виде петли в качестве будущего контакта внутреннего конца обмотки.

Сначала укладывают вторичную обмотку. Она состоит из намотанного виток к витку эмалированного провода диаметром 0,08—0,1 *мм*; каждый ряд этой обмотки обвертывается двумя слоями конденсаторной бумаги. Вся обмотка состоит из 10 рядов. Затем она покрывается несколькими слоями бумаги и на нее наматывают первичную обмотку из двух рядов изолированного провода диаметром 0,3—0,4 *мм*. Между рядами этой обмотки должна быть помещена изолирующая прокладка из такой же бу-

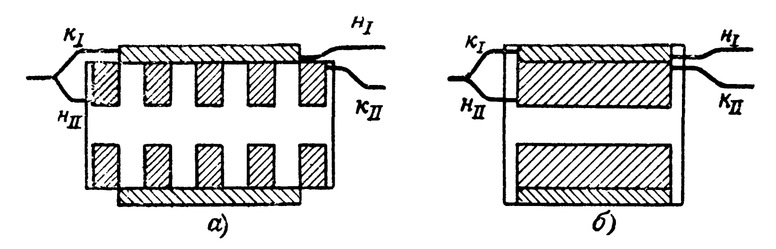


Рис. 4. Возможные конструкции поджигающих трансформаторов.

маги. Конец вторичной и начало первичной обмоток соединяют вместе и делают вывод. Катушка заклеивается сверху картоном или обматывается изоляционной лентой.

Кроме рассмотренной выше простейшей схемы включения конденсатора *С* на разряд с помощью кнопки *К* от руки или синхроконтактом затвора фотоаппарата, могут использоваться и некоторые более сложные устройства, работающие с применением различного рода безынерционных релейных схем.

Эти устройства используются тогда, когда необходимо осуществить, например, дистанционное включение нескольких ламп или применять очень мощную вспышку, а также в случаях, если нужно защитить синхроконтакты аппарата от возможного обгорания.

На рис. 5 приведена схема зажигания с использованием промежуточной неоновой лампы *НЛ* с наружным вспомогательным электродом.

В этой схеме может быть применена и одна из отечественных неоновых ламп. Замыкание кнопки *К* вызывает разряд конденсатора C_3, заряженного до небольшого на-

пряжения. При этом во вторичной обмотке *II* трансформатора *ИТ* получается импульс напряжения, достаточный для зажигания вспомогательной лампы *НЛ*, но недостаточный еще для зажигания газоразрядной лампы *ИЛ*.

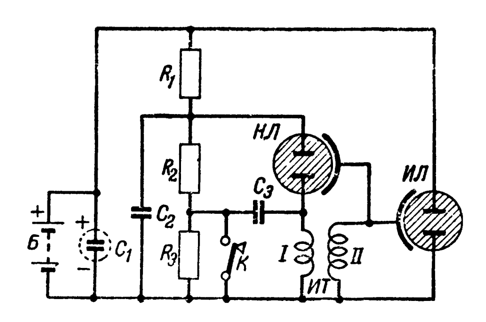


Рис. 5. Схема зажигания с использованием промежуточной неоновой лампы.

При зажигании неоновой лампы через нее и первичную обмотку *I* трансформатора разряжается конденсатор C_2, заряженный до напряжения, достаточного для срабатывания импульсной лампы.

Вместо неоновой лампы может быть использован безнакальный тиратрон или газотрон.

Дистанционное включение импульсных ламп

Для дистанционного зажигания импульсной лампы могут быть применены различные способы.

Простейшим способом является подключение двух импульсных ламп к одному синхроконтакту. Этот способ требует наличия двух полных комплектов ламп-вспышек и не позволяет разносить лампы далеко одну от другой, так как длина соединительного кабеля во избежание значительных временных сдвигов не должна превышать 1—1,5 *м*.

Необходимо отметить, что повышение сопротивления соединительного кабеля увеличивает потери в цепи конденсатор зажигания—кнопка—первичная обмотка трансформатора, а следовательно, уменьшает надежность зажигания.

Другим недостатком такой схемы является неизбежная в этом случае неодновременность вспышки ламп за счет разброса параметров как самих ламп, так и других дета-

лей схемы. Эта неодновременность, правда, будет иметь значение только в отдельных случаях. Обычно ее вследствие кратковременности вспышки заметно не будет. Для подключения двух ламп необходимо изготовить специальное переходное устройство, подключаемое к синхроконтакту аппарата (рис. 6), и на одной из ламп заменить кабель более длинным. С помощью переходного устройства кабель второй лампы подключается к кабелю первой. Пере-

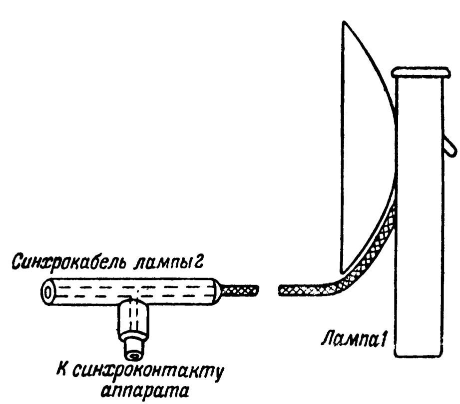


Рис. 6. Переходное устройство для подключения двух импульсных ламп.

ходной кабель может быть изготовлен и отдельно. В этом случае он должен иметь две муфты включения, что приводит к уменьшению надежности.

Значительно лучшим способом синхронизации вспышки двух импульсных ламп является применение специальной лампы-сателлита, снабженной малочувствительным фотоэлементом. Эта лампа зажигается под воздействием вспышки основной лампы. Возможные схемы включения такой лампы-сателлита показаны на рис. 7.

В схеме на рис. 7,*а* малогабаритный фотоэлемент *ФЭ* подключен так, что при попадании на его чувствительный слой мощного светового потока от основной импульсной лампы *ИЛ* он разряжает через себя и первичную обмотку *I* трансформатора *ИТ* конденсатор C_2, что вызывает разряд в импульсной лампе.

В случае, если мощности фотоэлемента недостаточно, он может быть включен по схеме с применением вспомогательной неоновой лампы или газонаполненного тиратрона *Т* (рис. 7,*б*). Возможны и другие способы включения

лампы-сателлита, например с использованием полупроводниковых фотоэлементов, фототранзисторов или даже селенового элемента, применяемого в фотоэкспонометрах.

Опасность самопроизвольного включения лампы-сателлита под влиянием случайных источников света легко

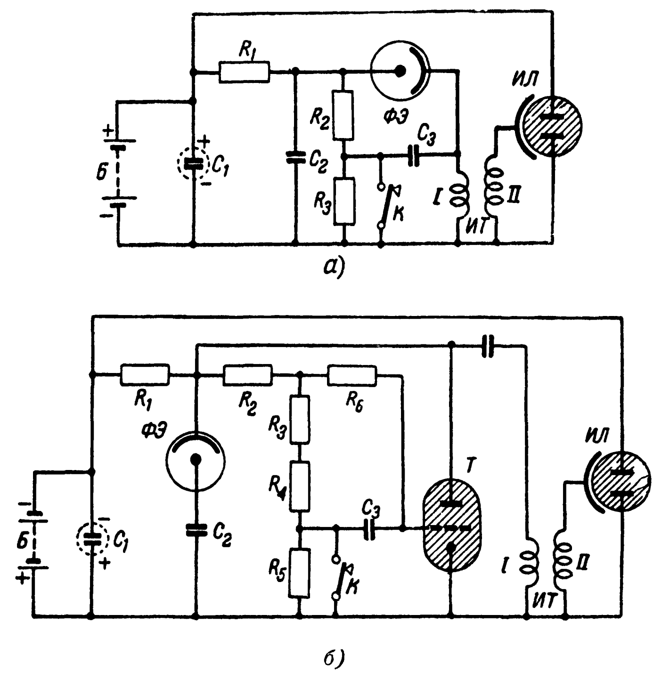


Рис. 7. Схемы зажигания ламп-сателлитов.

На рис. *б* точка соединения сопротивлений R_3 и R_4 должна быть соединена перемычкой с точкой соединения фотоэлемента *ФЭ* и конденсатора C_2.

устраняется соответствующим подбором параметров схемы. Освещенность, получаемая за счет импульсной лампы, значительно превышает обычные источники света, и этот подбор не вызывает затруднений.

Источники питания импульсных ламп

В подавляющем большинстве схем электронных ламп-вспышек в качестве источника тока, создающего разряд, используется электролитический конденсатор. Задача системы питания в этом случае состоит в том, чтобы заря-

дить этот конденсатор в кратчайший срок до нужного напряжения и питать от него различные вспомогательные устройства (систему зажигания, сигнализацию и т. п.).

В простейшем случае в качестве источника питания конденсатора используются высоковольтные сухие батареи, например типа 330-ЭВМЦГ-1000. Емкость батареи должна быть такой, чтобы заряд конденсатора до полного рабочего напряжения происходил за 8—12 *сек*. Естественно, что по мере разряда батареи конденсатор заряжается все медленнее и медленнее, и поэтому к концу срока ее службы время заряда значительно возрастает.

Основным преимуществом импульсных ламп, питаемых высоковольтными сухими батареями, является их простота. Однако для фотолюбителей, работающих лишь изредка, такой способ питания очень невыгоден, так как срок хранения батареи не превышает обычно 4—6 мес. и любитель не успевает за это время использовать сколько-нибудь эффективно ее емкость.

С этой точки зрения питание импульсной лампы лучше производить от аккумуляторов с подзарядкой их от сети переменного тока через выпрямитель. Преобразование низкого напряжения аккумуляторов в высокое напряжение в этом случае можно осуществить с помощью вибропреобразователя и повышающего трансформатора. Вибропреобразователь в такой системе питания работает как прерыватель в первичной цепи трансформатора, причем его дополнительные контакты можно использовать для синхронного механического выпрямления высокого напряжения во вторичной цепи. В качестве источника питания для вибропреобразователя могут быть применены и сухие гальванические батареи низкого напряжения, но достаточной мощности.

Преобразование низкого напряжения аккумуляторов или гальванических батарей в высокое напряжение можно осуществить также с помощью полупроводниковых приборов — транзисторов. В этом случае для преобразования постоянного напряжения в переменное используется генератор звуковой частоты, выполняемый обычно по двухтактной схеме на мощных транзисторах. Повышение переменного напряжения генератора производится с помощью трансформатора, а выпрямление этого напряжения осуществляется полупроводниковыми диодами.

В качестве первичного источника питания импульсной лампы могут быть использованы щелочные аккумуляторы

АКН-2,25. Такой аккумулятор имеет номинальное напряжение 1,25 *в* и номинальную емкость 2,25 *а·ч*. Размеры его 45×20×120 *мм*, а вес с электролитом 0,33 *кг*.

Особенно выгодно использовать для питания электронной лампы-вспышки серебряно-цинковые аккумуляторы типов СЦ-0,5, СЦ-5 и СЦ-11 с номинальным напряжением 1,5 *в* и емкостью соответственно 0,5, 5 и 12 *а·ч*. По сравнению с щелочными аккумуляторами они имеют меньшие размеры и вес. Кроме того, эти аккумуляторы работают в любом положении, обладают малым саморазрядом (при полугодовом хранении запас энергии уменьшается всего на 20%) и не боятся резких изменений температуры. Благодаря высокой плотности зарядного и разрядного тока они особенно удобны для работы в импульсном режиме, используемом в электронных лампах-вспышках.

Схемы сигнализации

Основное назначение сигнализации в лампе-вспышке заключается в предупреждении о готовности лампы к съемке. В качестве индикаторов для этого используются малогабаритные неоновые лампы типов МН-3—МН-11. Последние могут использоваться, кроме того, для индикации включения источника питания, определения степени заряда аккумулятора и других целей.

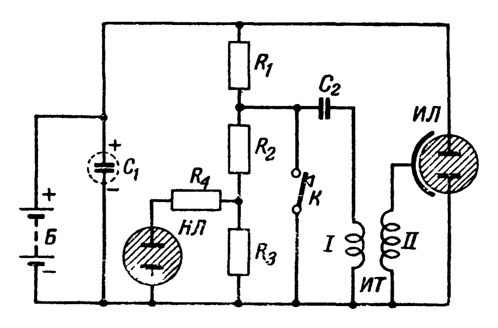


Рис. 8. Схема сигнализации с мигающей неоновой лампой.

Наиболее часто встречающаяся схема такой сигнализации приведена на рис. 8. Здесь сигнальная неоновая лампа *НЛ* подключена к цепи потенциометра R_1 — R_3 параллельно сопротивлению, подобранному так, чтобы падение напряжения на нем при полном заряде конденсатора C_1

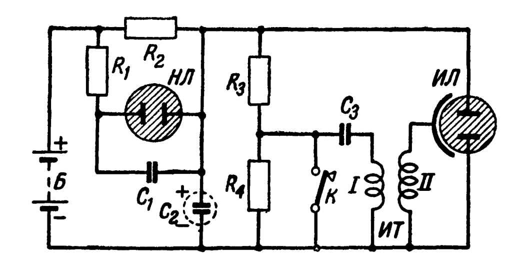


Рис. 9. Схема сигнализации с горящей неоновой лампой.

достигало потенциала зажигания этой лампы. При этом неоновая лампа вспыхнет, затем вследствие падения напряжения на сопротивление R_4 погаснет, потом снова вспыхнет и т. д. Такое периодическое зажигание неоновой лампы и сигнализирует о готовности прибора к съемке.

На рис. 9 показана другая схема сигнализации. Здесь неоновая лампа *НЛ*, вспыхнув при включении батареи *Б*, горит непрерывно до тех пор, пока конденсатор C_2 не зарядится полностью.

Глава вторая

ПРАКТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП-ВСПЫШЕК

Отечественной промышленностью выпускаются импульсные лампы-вспышки, предназначенные для скоростной съемки периодических процессов, стробоскопических устройств, киносъемки и других специальных применений. Однако для радиолюбителя, пожалуй, наиболее убедительным примером практического применения импульсной лампы может служить электронная лампа-вспышка, применяемая как фотолюбителями, так и профессионалами-фотографами для освещения объекта съемки.

Электронная лампа-вспышка «Молния»

Электронная лампа-вспышка «Молния» (ЭВ-1) является портативным импульсным источником света многократного действия с автономным питанием. Прибор предназначен для получения кратковременных световых вспышек высокой интенсивности при фотографировании.

В комплект лампы «Молния» входит газоразрядная лампа ИФК-120 с рефлектором, в ручке которого помещаются все основные элементы схемы (включая электроли-

тический конденсатор и переключатель), галетная высоковольтная батарея 330-ЭВМЦГ-1000 и планка для крепления лампы к фотоаппарату.

Принципиальная схема прибора ЭВ-1 приведена на рис. 10.

Для подготовки прибора к работе переключатель *П* должен быть установлен в положение *1*. Через сопротивление, ограничивающее ток в цепи, конденсатор C_1 заряжается до напряжения батареи *Б*. Длительность заряда конденсатора зависит от его емкости, величины R_1 и внутреннего сопротивления батареи. При питании прибора от новой батареи длительность заряда не превышает 5—7 *сек.*

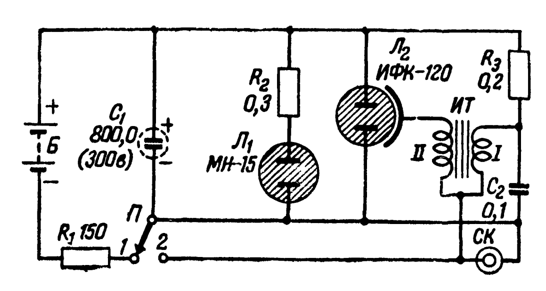


Рис. 10. Схема прибора ЭВ-1.

По мере старения батареи ее внутреннее сопротивление увеличивается и длительность заряда конденсатора может достигать нескольких десятков секунд.

Неоновая лампа $Л_1$ служит индикатором готовности прибора к работе. Когда напряжение на конденсаторе становится достаточным для получения в импульсной лампе $Л_2$ вспышки высокой интенсивности, в неоновой лампе $Л_1$ возникает тихий разряд, вызывающий ее свечение. Сопротивление R_2 ограничивает ток через эту лампу до долей миллиампера.

Одновременно с конденсатором C_1 заряжается конденсатор C_2. Сопротивление R_3, помимо ограничения тока заряда, предотвращает также замыкание конденсатора C_1 через обмотку *I* импульсного трансформатора *ИТ* в те моменты, когда замкнут синхроконтакт *СК* или когда переключатель *П* находится в положении *2*. Увеличение длительности заряда конденсатора C_2 вследствие большого значения сопротивления R_3 не имеет значения, потому что при указанных в схеме номиналах длительность заряда составляет сотые доли секунды.

При замыкании синхроконтакта конденсатор C_2, заряженный до 300 *в*, разряжается через обмотку *I* (40 витков) импульсного трансформатора. Повышающая обмотка трансформатора *II* (2 000 витков) соединена с поджигающим электродом импульсной лампы. При коэффициенте трансформации 50 : 1 и напряжении питания 300 *в* в обмотке *II* получается импульс напряжения с амплитудой 15 *кв*, вызывающий ионизацию газа в колбе импульсной лампы, и разряд конденсатора C_1 через лампу сопровождается мощной световой вспышкой.

Необходимо заметить, что конденсатор C_1 неполностью разряжается через газоразрядную лампу. Дело в том, что по мере разряда конденсатора напряжение на его обкладках уменьшается и достигает в некоторый момент значения, при котором разряд в лампе уже не может поддерживаться. Для импульсной лампы ИФК-120 это значение составляет приблизительно 100 *в*. Таким образом, после вспышки на конденсаторе C_1 остается напряжение порядка 100 *в*. Очевидно, что для повторного заряда конденсатора до напряжения 300 *в* нужен меньший промежуток времени, чем для первоначального заряда. Длительность вспышки для лампы «Молния» составляет $^1/_{2\,000}$ *сек*.

В качестве источника питания лампы «Молния» используется сухая батарея типа 330-ЭВМЦГ-1 000 с начальным напряжением 330 *в* (размеры батареи $60\times120\times130$ *мм*). С прибором батарея соединяется кабелем со штепсельным разъемом на конце.

При работе с прибором нужно иметь в виду, что к штырькам кабельной части штепсельного разъема, когда он не соединен с батареей, может быть приложено напряжение 300 *в* (в том случае, если конденсатор C_1 заряжен). Обычно по окончании работы с прибором переключатель *П* переводят в положение *2*, в результате чего происходит вспышка и конденсатор частично разряжается. Однако и после этого, как уже упоминалось, напряжение на конденсаторе еще имеет значительную величину. Для полного разряда конденсатора штырьки штепсельного разъема должны быть замкнуты накоротко.

После 1 тыс. вспышек напряжение батареи уменьшается примерно до 270 *в*. Это приводит к уменьшению энергии вспышки на 30% и значительному увеличению времени заряда конденсатора C_1. Дальнейшее использование такой батареи становится нецелесообразным.

Необходимость применения громоздкой, тяжелой и до-

рогой батареи является наиболее существенным недостатком прибора ЭВ-1. Однако такая батарея — не единственный возможный источник питания импульсной лампы. Необходимое для нормальной работы лампы постоянное напряжение 300 *в* может быть получено, например, от осветительной сети 127 или 220 *в*, аккумулятора и даже батарейки для карманного фонаря. В первом случае производится предварительное выпрямление переменного напряжения, а в других случаях — преобразование постоянного низкого напряжения в переменное высокое напряжение с последующим его выпрямлением. Наконец, можно применить универсальное питание как от электросети, так и от аккумулятора или низковольтной гальванической батарей.

Выпрямители для питания импульсной лампы от осветительной сети

На рис. 11 приведена простая схема бестрансформаторного сетевого выпрямителя. При напряжении электросети 220 *в* схема работает как обычный однополупериодный выпрямитель с емкостной нагрузкой. Роль последней выполняет зарядный конденсатор C_2. В течение положительного полупериода переменного напряжения диод $Д_2$ открыт. Внутреннее сопротивление его в этом случае не превышает нескольких ом. Протекающий через диод ток заряжает конденсатор C_2.

Рис. 11. Схема выпрямителя для питания лампы от осветительной сети.

При отрицательном полупериоде напряжения электросети диод $Д_2$ заперт, а конденсатор C_2 разряжается через нагрузочное сопротивление, которое образуется делителями напряжения в схеме лампы-вспышки, сопротивлением утечки конденсатора и обратным сопротивлением диода.

Время, в течение которого конденсатор заряжается до амплитудного значения питающего напряжения, в общем случае пропорционально мощности источника питания. Однако при достаточно большой мощности источника (как, например, в случае осветительной сети) это время определяется главным образом соотношением полных сопротивлений зарядной и разрядной цепей, а также емкостью заряд-

ного конденсатора. Большая величина разрядного сопротивления, исчисляемая сотнями тысяч ом, позволяет пренебречь влиянием разряда емкости в промежутках времени между положительными полупериодами и считать, что в эти промежутки времени напряжение на конденсаторе остается постоянным.

Таким образом, при включении выпрямителя в электросеть напряжение на конденсаторе C_2 нарастает ступеньками от периода к периоду. При указанных в схеме величинах элементов напряжение на зарядном конденсаторе достигает 300 *в* через 3 *сек* после включения.

При напряжении электросети 127 *в* схема работает как выпрямитель с удвоением напряжения. Ток, протекающий через открытый в течение отрицательного полупериода диод $Д_1$, заряжает конденсатор C_1. Величина напряжения на этом конденсаторе к концу полупериода определяется, как и в предыдущем случае, постоянной времени цепи заряда. При положительном полупериоде к диоду $Д_2$ оказывается приложенным напряжение, равное амплитудному значению сетевого напряжения плюс напряжение, до которого зарядился конденсатор C_1 за предыдущий полупериод. Конденсатор C_1, разряжаясь, отдает часть запасенной энергии конденсатору C_2. С началом следующего отрицательного полупериода процесс повторяется.

В схемах, подобных описываемой, величина емкости конденсатора C_1 не превышает нескольких микрофарад (желательно применить бумажный конденсатор типа МБГО). Практически это означает, что напряжение на нем достигает амплитудного значения источника питания в течение первого же полупериода. Таким образом, к конденсатору C_2 и диоду $Д_2$ прикладывается напряжение, равное удвоенному значению амплитуды напряжения электросети. Необходимо лишь заметить, что часть этого напряжения теряется на сопротивлении зарядной цепи.

Время полного заряда конденсатора C_2 (при питании от электросети 127 *в*) увеличивается за счет дополнительного конденсатора и достигает 5—6 *сек*. Максимальное значение напряжения на конденсаторе C_2 составляет примерно 340 *в*.

Обычно для выпрямления переменного напряжения используются плоскостные германиевые диоды типа ДГ-Ц или аналогичные им диоды типа *Д7*. Если допустимое обратное напряжение диода меньше, чем максимальное напряжение, прикладываемое к диоду в схеме, то необходи-

мо включать последовательно два диода. Так как обратные сопротивления включенных последовательно диодов могут значительно отличаться одно от другого, то падение напряжения между диодами может распределиться неравномерно. В результате этого возможен пробой одного из диодов. Для уравнивания обратных сопротивлений диодов параллельно каждому из них включается сопротивление (R_2 и R_3), величина которого должна быть меньше, чем обратное сопротивление диода. Сопротивление R_1 ограничивает до безопасной величины ток через диоды.

Описанной схеме питания присущ один существенный недостаток. Вследствие непосредственой связи элементов схемы с электросетью через общий провод заземление одной из фаз электросети или случайный пробой ее на землю могут быть причиной поражения пользующегося лампой человека электрическим током. Поэтому необходимо следить, чтобы общий провод схемы не был соединен с корпусом лампы-вспышки или какой-либо наружной частью прибора. Весь монтаж должен быть тщательно изолирован.

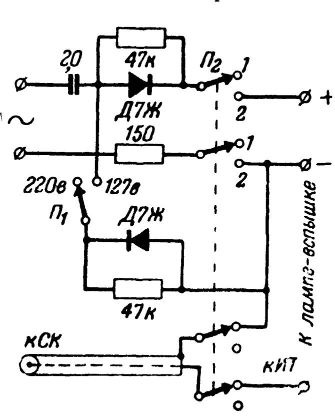


Рис. 12. Схема бестрансформаторного выпрямителя для лампы „Молния".

На рис. 12 показана схема бестрансформаторного сетевого выпрямителя, предназначенного для питания лампы «Молния». В этой схеме переключатель $П_2$ осуществляет такую коммутацию цепей питания, при которой исключается возможность поражения током и, таким образом, обеспечивается полная безопасность работы с прибором. При включении выпрямителя в электросеть переключатель $П_2$ находится в положении *1* и напряжение электросети не подается в схему прибора. Для того чтобы включить выпрямитель, переключатель $П_2$ ставят в положение *2*. В этом случае выпрямитель соединяется с электросетью и одновременно от схемы отключается кабель, идущий на синхроконтакт фотоаппарата. Ввиду того что в лампе «Молния» общий провод схемы соединен с корпусом фотоаппарата через кабель синхроконтакта, отключение его

на время работы выпрямителя позволяет изолировать схему от корпуса.

По окончании зарядки конденсатора лампы-вспышки переключатель $П_2$ возвращается в первоначальное положение *1*, разрывая цепь электросети и подключая кабель синхроконтакта к схеме. После этого может быть произведена вспышка.

Из-за утечек в схеме зарядный конденсатор лампы-вспышки постепенно разряжается, и его надо периодически

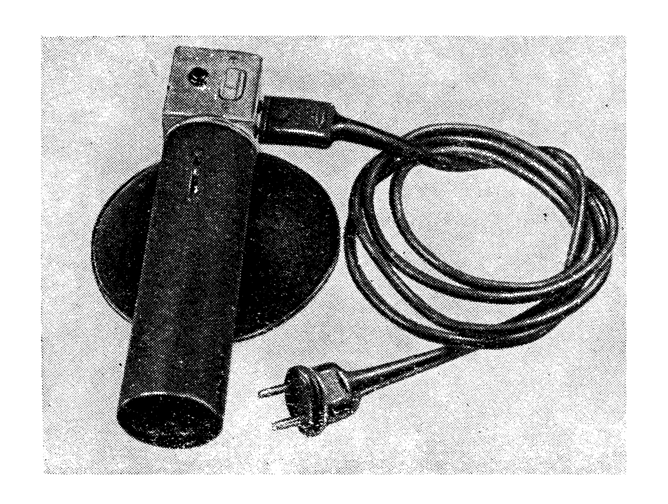


Рис. 13. Внешний вид лампы с бестрансформаторным выпрямителем.

подзаряжать включением выпрямителя. Время между подзарядками может исчисляться несколькими десятками секунд, что не создает больших неудобств в работе.

Переключателем $П_1$ производится переключение схемы выпрямителя с однополупериодной на схему удвоения, что позволяет использовать выпрямитель при разных значениях напряжения электросети.

Переделка лампы «Молния» для работы с таким выпрямителем сводится к тому, что кабель синхроконтакта удаляется из лампы-вспышки и подсоединяется к переключателю $П_2$. С контактами этого переключателя изолиро-

ванным проводом соединяются вывод импульсного трансформатора лампы-вспышки и общий провод схемы. Необходимо также удалить провод, соединяющий общий провод лампы-вспышки с корпусом. На ручку переключателя лампы-вспышки «Молния» надо надеть хлорвиниловую трубку, чтобы изолировать ее от корпуса прибора и рук работающего с прибором.

Выпрямитель собирается в коробке размерами 50×50×40 *мм*, склеенной из органического стекла. Коробка с выпрямителем крепится на верхней крышке корпуса «Молния». Внешний вид импульсной лампы с бестрансформаторным сетевым выпрямителем показан на рис. 13.

Описанная схема питания проста и надежна. Изготовление ее доступно любому радиолюбителю и фотолюбителю. Однако такой источник питания имеет существенный недостаток: он всегда должен быть соединен с электросетью. Поэтому область применения лампы-вспышки с питанием от электросети ограничивается съемками в помещении.

Питание импульсной лампы от низковольтного источника с вибропреобразователем

Необходимое для работы лампы высокое напряжение (300 *в*) можно получить путем преобразования низкого постоянного напряжения от аккумулятора или батареи для карманного фонаря. В качестве преобразователя широко используются вибропреобразователи, обладающие сравнительно высоким к. п. д. и имеющие небольшие размеры и вес.

На рис. 14 показан один из возможных вариантов схемы питающего устройства с вибропреобразователем. При замыкании выключателя *Вк* через нижнюю половину первичной обмотки *I* трансформатора *Тр* и обмотку электромагнита вибропреобразователя, перебрасывающего якорь, начинает протекать ток от батареи *Б*. Через некоторое время, определяемое параметрами обмотки реле и якорем, последний перебросится во второе положение. За счет переключения контактов ток батареи теперь будет протекать через верхнюю половину обмотки трансформатора. Вследствие размыкания цепи питания обмотки электромагнита якорь, укрепленный на плоской упругой пластине, вернется в исходное положение, снова переключив контакты. Такие циклы повторяются до тех пор, пока не будет отключена батарея.

В результате попеременного протекания импульсов тока противоположной полярности через первичную обмотку *I* трансформатора на вторичной обмотке *II* будет индуктироваться переменная э. д. с. Повышенное трансформатором переменное напряжение прямоугольной формы подается на мостовой выпрямитель, образованный диодами $Д_1$—$Д_4$.

Возможно, конечно, применение и других схем, выпрямления, однако мостовая схема выгодно отличается

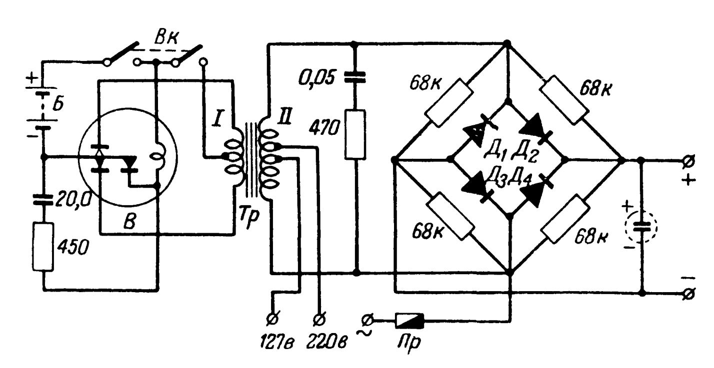


Рис. 14. Схема источника питания с вибропреобразователем.

тем, что дает возможность уменьшить размеры трансформатора.

В качестве источника питания вибропреобразователя могут быть использованы как аккумуляторы, так и сухие батареи. В схеме, приведенной на рис. 14, применялись два включенных последовательно элемента кислотного аккумулятора типа 3МТ-7 (мотоциклетный аккумулятор, у которого удален один элемент). Такой аккумулятор обеспечивал напряжение 4 *в* при емкости более 3 *а·ч*.

Применение аккумулятора в качестве источника питания оправдывается его относительно большой емкостью (по сравнению с гальванической батареей), а также возможностью его зарядки. Для зарядки аккумулятора может быть использован простейший выпрямитель, состоящий из понижающего трансформатора с напряжением на вторичной обмотке 6—7 *в* и двух-трех селеновых шайб диаметром 45 *мм*. Зарядку следует производить в течение 9—12 *ч* в нежилом помещении, так как выделяющиеся из аккумулятора пары серной кислоты вредны для дыхания. Вблизи от заряжающегося аккумулятора нельзя пользо-

ваться огнем. В течение всего периода зарядки и 2—3 *ч* после зарядки в аккумуляторе должны быть вынуты пробки. Признаком полной зарядки аккумулятора является интенсивное выделение паров (кипение) электролита.

Вместе с тем следует отметить, что применение кислотного аккумулятора для портативной аппаратуры нельзя считать удачным. Такой аккумулятор обладает невысокой механической прочностью, боится даже кратковременных коротких замыканий, при использовании и хранении должен находиться лишь в вертикальном положении (пробкой кверху). Первых двух недостатков лишены щелочные аккумуляторы (например, АКН-2,25).

Гальванические сухие батареи обладают большими преимуществами перед аккумуляторами при использовании их в портативной аппаратуре. Они лишены всех перечисленных недостатков, присущих аккумуляторам, чрезвычайно просты и безопасны в обращении, но имеют небольшую емкость на единицу объема.

Вибратор, осуществляющий преобразование постоянного напряжения батареи или аккумулятора в переменное напряжение, должен быть выбран в соответствии с рабочим напряжением источника питания. При напряжении питания 4 *в* могут быть использованы выпускаемые промышленностью вибраторы типов ВС-2,4, В-6 или ВС-4,8. В первом случае последовательно с обмоткой электромагнита вибратора должно быть включено сопротивление 3—4 *ом*.

Как видно из схемы на рис. 14, параллельно пусковому контакту вибратора включена цепочка *RC*. Назначение этой цепочки — облегчить условия работы контакта. Дело в том, что при размыкании пусковым контактом цепи обмотки вибратора в последней индуктируется значительная э. д. с. Возникающий в контактном промежутке искровой разряд вызывает нагрев и обгорание контактных пластин.

Если параллельно контакту включить конденсатор, то напряжение на обмотке вибратора не сможет при размыкании контакта сразу упасть до нуля. Скорость уменьшения напряжения определяется временем разряда конденсатора через сопротивление и обмотку вибратора. При пониженной скорости изменения напряжения образования искры в контактном промежутке не происходит. Ток разряда конденсатора при замыкании пускового контакта ограничивается сопротивлением. Конденсатор обычно вы-

бирается электролитическим, так как к нему всегда приложено напряжение одного знака.

Для предотвращения искрения в коммутирующих контактах параллельно вторичной обмотке трансформатора включается искрогасящая цепочка *CR*. Эта цепочка может быть включена и в первичную цепь трансформатора, однако значительно более высокое напряжение на вторичной обмотке позволяет уменьшить емкость конденсатора во много раз.

Трансформатор вибропреобразователя *Тр* выполнен на сердечнике из пластин Ш-12; толщина пакета 42 *мм* (что соответствует сечению 5 $см^2$). Обмотка *I* состоит из 2×25 витков провода ПЭВ 0,8; обмотка *II* — из 2 550 витков ПЭВ 0,15 с отводами от 1270-го и 2200-го витков. Обмотки необходимо тщательно изолировать ввиду больших перенапряжений, получающихся при размыкании коммутирующих контактов.

При включении между общим проводом вторичной обмотки *II* трансформатора и первым отводом (от 1270-го витка) переменного напряжения 127 *в* или между общим проводом и вторым отводом напряжения 220 *в* на выходе выпрямителя получается постоянное напряжение 300 *в*. Батарея питания вибратора при этом должна быть выключена. Таким образом, вторичная обмотка *II* может быть использована как автотрансформаторная обмотка для питания лампы-вспышки от осветительной сети.

В мостовой схеме используются плоскостные диоды с обратным напряжением не менее 450 *в*. Можно применить и селеновые столбики АВС-35 (по девяти шайб в плече).

Довольно большие размеры аккумулятора и вибратора обусловили конструктивное оформление вибропреобразователя в виде отдельного прибора размерами 140×140×60 *мм*.

Преобразователь напряжения на транзисторах

Вибропреобразователи обладают двумя существенными недостатками: невысокой надежностью и относительно низким к. п. д. при преобразовании мощности ниже 5 *вт* Первый недостаток обусловлен наличием механической системы вибратора, требующей регулировки и подверженной вибрациям и ударам, особенно в переносной аппаратуре

Кроме того, искрение между контактами вибратора вызывает разрушение контактных пластин. Второй недостаток является следствием затраты в катушке вибратора некоторой мощности, величина которой может колебаться от 0,5 до 2 *вт*, что составляет несколько десятков процентов преобразуемой мощности источника питания лампы-вспышки.

Электронные преобразователи напряжения, в которых используются мощные транзисторы, в значительной мере лишены этих недостатков. Большой срок службы, малые размеры, устойчивость к механическим воздействиям и высокий к. п. д. позволяют с успехом применять такие преобразователи для питания портативной аппаратуры.

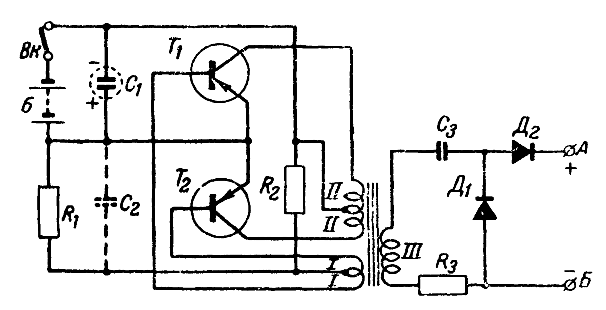


Рис. 15. Схема преобразователя на транзисторах.

Наибольшее распространение получили двухтактные схемы преобразователей, отдающие большую мощность при высоком к. п. д. Отсутствие в них постоянного подмагничивания позволяет применять трансформаторы небольших размеров.

Схема преобразователя напряжения на транзисторах приведена на рис. 15. Фактически транзисторы T_1 и T_2 выполняют здесь роль коммутирующих контактов вибропреобразователя. При включении питания ток батареи *Б* начинает протекать попеременно через половины первичной обмотки *II* трансформатора *Тр* и соответствующие им транзисторы. Такая поочередность пропускания тока транзисторами определяется направлением включения обмотки *I*. При протекании тока, например, через транзистор T_1 и верхнюю половину обмотки *II* в обмотке *I* транзистора T_2 должна индуктироваться э. д. с., запирающая его. Электродвижущая сила, индуктируемая в обмотке *I* транзистора T_1, должна, наоборот, поддерживать этот тран-

зистор открытым. Когда ток через транзистор T_1 достигает насыщения, изменение величины тока прекращается и знак э. д. с. в обмотках *I* изменяется на обратный; транзистор T_2 отпирается, а T_1 запирается.

В повышающей обмотке *III* трансформатора, как и в случае применения вибропреобразователя, образуется напряжение прямоугольной формы. Величина этого напряжения пропорциональна коэффициенту трансформации, т. е. количеству витков обмотки *III* при выбранной обмотке *II*.

С целью уменьшения размеров трансформатора очень удобно использовать для выпрямления схему удвоения напряжения, особенно если в качестве сердечника трансформатора взято ферритовое кольцо (намотка нескольких тысяч витков на кольцевом сердечнике обычно вызывает большие затруднения).

Емкостная нагрузка преобразователя затрудняет возникновение генерации. Поэтому для уверенного возбуждения преобразователя базы транзисторов соединяются с отрицательным полюсом батареи через сопротивление R_2. Сопротивление R_1 ограничивает ток, протекающий в обмотках *I*. Изменение величины этого сопротивления позволяет в широких пределах регулировать ток возбуждения в цепи баз транзисторов, а следовательно, и выходную мощность преобразователя. Величина сопротивления R_1 должна быть возможно меньшей, так как с увеличением сопротивления в цепи баз возрастает время переключения транзисторов, что заметно ухудшает к. п. д. преобразователя. Преобразователь на транзисторах имеет небольшие размеры и вес. Поэтому в качестве источника питания преобразователя желательно использовать малогабаритные сухие батареи. Однако емкость таких батарей обычно невелика. Поэтому при создании преобразователя на транзисторах должна вестись самая жестокая борьба с потерями энергии. С этой точки зрения и производится выбор основных элементов и параметров схемы.

Потери энергии в преобразователе в основном определяются тремя факторами: сопротивлением обмотки трансформатора (потери в меди), сопротивлением коллекторной цепи транзистора и переходными процессами. На их долю падает до 75% всех потерь. Кроме того, имеют место потери на внутреннем сопротивлении батареи, в цепи выпрямителя, за счет обратных токов транзисторов, потери в сердечнике трансформатора и др.

Чрезвычайно важен выбор рабочей частоты преобразователя. Для получения максимального к. п. д. ее значение должно лежать в пределах 500—5 000 *гц* и, конечно, зависит от материала сердечника. Уменьшение рабочей частоты сопровождается ростом потерь в меди, в то время как при увеличении рабочей частоты растут потери в сердечнике трансформатора и переходные потери.

Трансформатор *Тр* намотан на оксиферовом (Ш-образном) сердечнике сечением 12×15 *мм* с начальной проницаемостью 2 000 *гс/э* (оксифер 2000). Обмотка *III* содержит 920 витков провода ПЭВ 0,16. Поверх нее и слоя лакоткани проводом ПЭВ 0,62 намотана обмотка *II*, состоящая из двух уложенных виток к витку секций по 12 витков каждая. Эта обмотка имеет общий средний вывод. Так же выполнена и обмотка *I*, содержащая 2×7 витков провода ПЭВ 0,23.

В связи с тем, что рабочая частота преобразователя лежит в диапазоне звуковых частот (1 500 *гц*) неплотная укладка витков или плохая подгонка каркаса вызывает нежелательное гудение трансформатора. Поэтому при сборке половинки сердечника должны быть в торцах промазаны клеем БФ-2 и плотно сжаты при склеивании.

Трансформатор может быть изготовлен и на сердечнике из обычной трансформаторной стали сечением 16×16 *мм*. Пластины его должны быть возможно более тонкими и тщательно изолированными. Сердечник набирается вперекрышку без зазора. Обмотка *III* такого трансформатора состоит из 2 250 витков провода ПЭВ 0,16, обмотка *II* — из 2×33 витков ПЭВ 0,62 и обмотка *I* — из 2×8 витков ПЭВ 0,23.

Оба описанных трансформатора рассчитаны на работу преобразователя от батареи напряжением 4,5 *в*.

Транзисторы, применяемые в преобразователе, должны обладать низким коллекторным сопротивлением в открытом состоянии, чтобы свести к минимуму потери в коллекторной цепи. Лучше всего применять транзисторы типа П4Б или П4В, величина коллекторного сопротивления которых обеспечивает падение напряжения на коллекторе не более 0,5 *в* при токе 2 *а*. Можно, конечно, использовать и другие типы транзисторов, позволяющих рассеивать мощность до 3 *вт* без дополнительного радиатора.

Параллельно сопротивлению смещения R_1, стоящему в цепи базовых токов транзисторов, включен конденсатор C_2. Это позволяет уменьшить потери в схеме за счет пере-

ходных процессов. Потери, обусловленные относительно большим внутренним сопротивлением маломощной батареи, удается снизить примерно на 20% путем шунтирования батареи конденсатором большой емкости.

Для выпрямления используются плоскостные германиевые диоды типа ДГ-Ц27 или Д7Ж, рассчитанные на сравнительно большое обратное напряжение. Можно применить и диоды ДГ-Ц24 или Д7Г, по два диода последовательно в каждом плече.

Емкость конденсатора C_3 определяет в некоторой степени выходную мощность и к. п. д. схемы. Практически она должна быть порядка 0,05—0,1 *мкф*. Сопротивление R_3 ограничивает начальный ток зарядки конденсатора, чем обеспечивается надежное возбуждение преобразователя.

Тщательным выбором элементов схемы удается довести к. п. д. преобразователя до 80—85%.

Импульсная лампа-вспышка с комбинированным источником питания

На рис. 16 приведена полная схема лампы-вспышки, питание которой может осуществляться как от осветительной сети, так и от малогабаритных сухих батарей. В положении *1* переключателя *П* переменное напряжение электросети подается через ограничительное сопротивление R_1 на выпрямитель, а в положении *2* коллекторы транзисторов T_1 и T_2 соединяются с отрицательным полюсом батареи *Б*.

Приведенная схема включения транзисторов (коллекторы соединены вместе) позволяет разместить их на одной металлической пластине и тем самым увеличить теплоотводящую поверхность.

Напряжение возбуждения подается на базы транзисторов с отдельного трансформатора $Тр_2$, первичная обмотка *I* которого включена в цепь зарядного тока конденсатора C_3. Таким образом, величина напряжения возбуждения изменяется пропорционально зарядному току конденсатора. Благодаря этому в первый момент после включения преобразователь отдает большую мощность, но по мере заряда конденсатора мощность уменьшается. Когда входной ток преобразователя спадает до 50—100 *ма*, работа преобразователя прекращается. В таком состоянии схема практически не потребляет тока от батареи. Повторное

возбуждение преобразователя производится нажатием кнопки K_1, в результате чего на базы транзисторов кратковременно подается напряжение возбуждения.

Степень заряда конденсатора C_3, характеризующая готовность прибора к работе, определяется с помощью неоновой лампы *НЛ*, образующей вместе с сопротивлениями R_6, R_7 и конденсатором C_5 релаксационный генератор, частота которого пропорциональна напряжению питания. По мере повышения напряжения на конденсаторе C_3 частота вспышек в неоновой лампе увеличивается. Значения R_6, R_7 и C_5 подобраны так, что при достижении на конденсаторе C_3 напряжения 300 *в* глаз уже не может различить

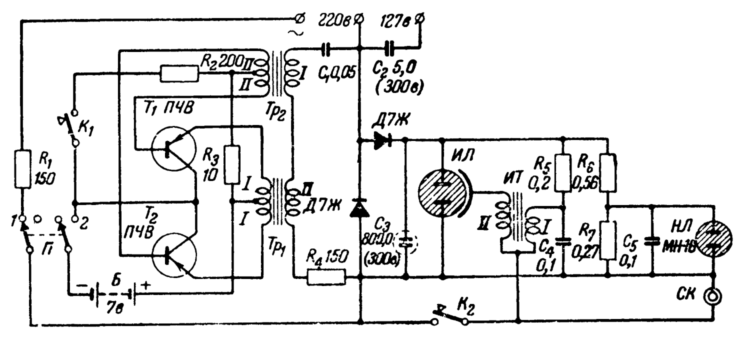


Рис. 16. Схема лампы с комбинированным источником питания.

отдельные вспышки (лампа как бы все время горит). Это и должно означать, что конденсатор C_3 полностью заряжен и лампа-вспышка готова к работе. По мере истощения батареи напряжение на ней будет уменьшаться, уменьшится и напряжение на зарядном конденсаторе. При некотором навыке степень истощения батареи также можно определить по частоте миганий неоновой лампы и скорости изменения этой частоты.

Вспышка в импульсной лампе может быть произведена как замыканием синхроконтакта *СК* на фотоаппарате, так и замыканием контакта кнопки K_2.

Трансформатор Tp_1 выполнен на кольцевом сердечнике из оксифера 2000 с наружным диаметром 30 *мм* и сечением 7×12 *мм*. Для получения такого сечения нужно склеить (клеем БФ-2) два стандартных кольца. Обмотка *II* состоит из 1 400 витков провода ПЭВ 0,1, а обмотка *I* — из 2×18 витков ПЭВ 0,62. Для уменьшения индуктивности

рассеяния обе обмотки распределяются равномерно по кольцу.

Сердечник трансформатора $Тр_2$ тоже кольцевой из оксифера 2000 с наружным диаметром 22 *мм* и сечением 5×5 *мм*. Обмотка *I* состоит из 800 витков провода ПЭВ 0,1, а обмотка *II* — из 2×50 витков ПЭВ 0,32.

Импульсный трансформатор *ИТ* намотан на оксиферовом кольце с наружным диаметром 12 *мм*, сечением 3,5×4,5 *мм* и начальной проницаемостью 1 000 *гс/э*. Обмотка *I* состоит из двух витков провода ПЭВ 0,25, а обмотка *II* — из 100 витков ПЭВ 0,1.

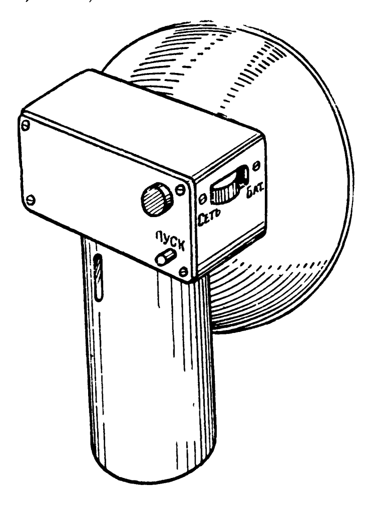


Рис. 17. Внешний вид импульсной лампы с комбинированным источником питания.

В качестве источника низкого напряжения используются две последовательно включенные батареи типа КБС-Х-0,70 или любые другие батареи для карманного фонаря с напряжением 3,5—4,5 *в*. Последовательным включением батарей достигаются более разумная их эксплуатация (при меньших токах) и более высокий к. п. д. Две батареи емкостью по 0,7 *а·ч* каждая позволяют произвести 100—150 вспышек. Время между вспышками не превышает 15 *сек*.

Преобразователь с двумя батареями размещен в кожухе из органического стекла (рис. 17) размерами 119××52×76 *мм*. Кожух разделен на две секции, в одной из которых расположены батареи, а в другой — транзисторы и трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$. На перегородке (из органического стекла), разделяющей секции, расклепаны контакты, в которые упираются выводы батарей. На стороне секции преобразователя к выводам контактов прикреплены лепестки. На перегородке в отверстиях укреплены семь штырьков из медного монтажного провода диаметром 1 *мм*. К этим штырькам подпаяны выводы трансформаторов $Тр_1$ и $Тр_2$, соответствующие им выводы транзисторов и сопротивления смещения. Трансформаторы также закреплены на перегородке.

Кожух, в котором размещен преобразователь, крепится на задней стенке отражателя лампы-вспышки «Молния», что создает большие удобства при работе с ней.

Выпрямитель преобразователя и схема лампы-вспышки размещены на пластине из текстолита, укрепленной в ручке отражателя над зарядным конденсатором.

Упрощенная схема лампы-вспышки

В ряде случаев, в частности при производстве технических съемок, репродуцировании, а также при отсутствии синхроконтакта в фотоаппарате с успехом может быть применена упрощенная лампа с питанием от осветительной сети. Схема такой лампы приведена на рис. 18. Работает она следующим образом.

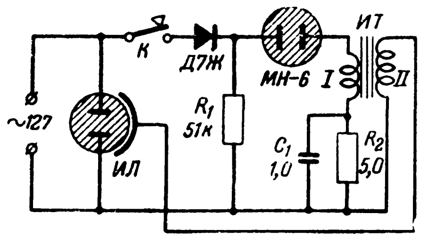


Рис. 18. Упрощенная схема импульсной лампы.

При нажатии на кнопку *К* напряжение электросети подается на выпрямитель. Когда величина выпрямленного напряжения на сопротивлении R_1 нагрузки выпрямителя достигает потенциала зажигания неоновой лампы МН-6, в последней происходит разряд. Ток разряда, протекая через первичную обмотку *I* импульсного трансформатора *ИТ* и конденсатор C_1, индуктирует в обмотке *II* трансформатора э. д. с., величины которой достаточно для ионизации газа в импульсной лампе *ИЛ*. Вспышка в лампе произойдет, когда напряжение электросети достигнет амплитудного значения. При этом конденсатор C_1 зарядится почти до амплитудного значения переменного напряжения и неоновая лампа погаснет.

Следующий разряд в неоновой лампе, а следовательно, и вспышка в импульсной лампе могут произойти лишь после того, как конденсатор C_1 разрядится через сопротивление R_2. Время разряда можно регулировать в широких пределах величиной сопротивления R_2. Удобно его выбрать равным 5—10 *сек*. Тогда, если кнопка *К* продолжает оставаться нажатой, вспышки будут происходить с периодом 5—10 *сек*.

Для технической съемки на позитивной пленке такая лампа не нуждается в синхронизации с фотоаппаратом. После кадрирования и наведения фотоаппарата на рез-

кость включается красный свет. Затем открывается затвор фотоаппарата и после нажатия на кнопку *К* происходит вспышка. Подобным же способом могут производиться съемка и в помещении с малой освещенностью на пленку малой чувствительности, а также ночные съемки с подсветкой переднего плана.

Описанный прибор привлекает своей исключительной простотой, отсутствием дефицитного конденсатора большой емкости и очень малыми размерами.

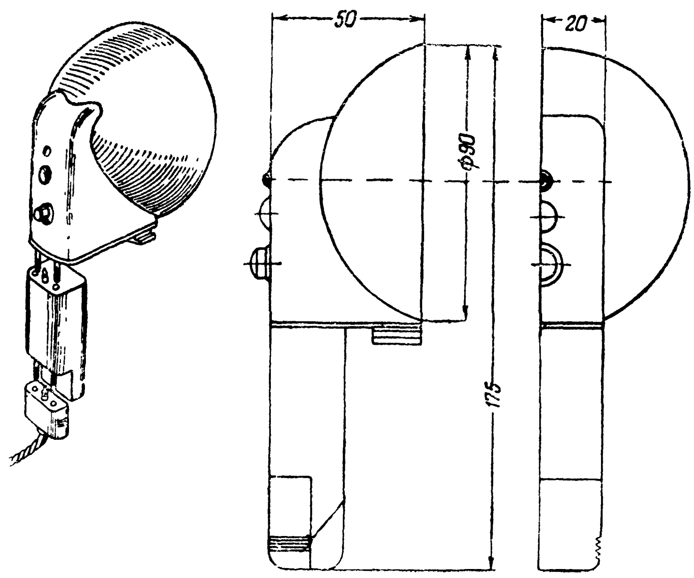


Рис. 19. Внешний вид упрощенной импульсной лампы.

На рис. 19 показан внешний вид упрощенной лампы-вспышки. К задней стенке небольшого отражателя (диаметром 90 *мм*) крепится сквозным винтом коробка, в которой расположены пусковая кнопка, неоновая лампа, импульсный трансформатор и конденсатор. В нижней стенке коробки, изготовленной из органического стекла, укреплены стерженьки посеребренного медного провода диаметром 1,5—2 *мм* и длиной 5 *мм*. На них смонтированы все остальные элементы схемы. Напряжение электросети подводится к штырькам сетевой вилки, укрепленной на нижней стенке коробки; в передней ее части находятся полозки для крепления лампы на фотоаппарате.

Для удобства пользования лампой, не установленной на фотоаппарате, на штырьки сетевой вилки может быть надета эбонитовая ручка, имеющая с нижней стороны также штырьки для соединения с сетевым разъемом.

Глава третья

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАМП-ВСПЫШЕК В ФОТОГРАФИИ

Общие правила эксплуатации ламп-вспышек

Применение лампы-вспышки дает в руки фотолюбителя ряд новых возможностей, но их полная реализация зависит от его умения обращаться с этим новым электронным прибором.

Прежде всего необходимо усвоить несложный порядок пользования прибором.

Перед выходом на съемку импульсную лампу следует проверить, подключив ее к источнику питания. После того, как индикаторная лампа загорится, нажимают на кнопку разряда, проверяя наличие вспышки. Если с момента включения до момента загорания индикаторной лампы прошло свыше 10—15 *сек*, то лампу следует оставить на 10—15 *мин* включенной, чтобы дать конденсатору время отформоваться.

Затем лампу выключают и через 10 *мин* вынимают из гнезда кабель питания. При прибытии на место съемки лампу и фотоаппарат укрепляют на кронштейне, соединяют синхрокабель с фотоаппаратом и подключают кабель к источнику питания. За несколько минут до начала съемки включают лампу и проверяют, загорелась ли индикаторная лампочка и есть ли вспышка.

Перед съемкой необходимо, пользуясь таблицей, приложенной к лампе, найти ведущее число, соответствующее чувствительности заряженной в аппарате пленки.

При эксплуатации лампы следует любые включения и переключения вести при полностью разряженных конденсаторах. Для полного их разряда напряжение питания должно быть выключено по крайней мере за 10 *мин* до разборки, выключения или переключения подводящих кабелей.

Прежде чем производить какие-либо переделки в схеме лампы, необходимо выключить питающее напряжение и разрядить высоковольтный электролитический конденса-

тор, замкнув для этого накоротко отверткой с изолированной ручкой его выводы.

В связи с тем, что электролитические конденсаторы при долговременном хранении без использования постепенно расформовываются, их не реже чем 1 раз в месяц надо формовать. Для этого лампу следует включить и оставить включенной на 10—15 *мин* и только после этого выключить. Надо отметить, что лампа, включенная сразу после длительного хранения, отдает на 15—25% меньшую силу света, чем при постоянном ее использовании.

Хранить лампу следует в сухом и не слишком жарком месте.

При хранении в сырости скопившаяся внутри схемы влага может служить причиной пробоя в высоковольтных цепях. При хранении же в слишком жарком месте электролит конденсаторов может высохнуть и они, а с ними и весь прибор, выйдут из строя.

Во время дождя лампу следует тщательно закрывать. Вообще же большинство конструкций этих приборов на дожде использовать не рекомендуется.

При использовании в лампах щелочных или свинцовых аккумуляторов их следует всегда держать заряженными, а при длительном хранении регулярно подзаряжать, так как разряженные аккумуляторы быстро портятся.

Синхронизация работы затвора и вспышки импульсной лампы

Основным условием фотографирования при помощи импульсных ламп является синхронное действие затвора и момента вспышки лампы. Иначе говоря, вспышка должна произойти в тот момент, когда поверхность кадра полностью открыта затвором. В современных фотоаппаратах для этого имеется специальный синхроконтакт, включающий лампу после нажима на спуск затвора.

Центральный затвор, представляющий собой сходящиеся к центру металлические секторы, открывает для действия света сразу всю поверхность кадра. Поэтому он может быть синхронизирован с действием лампы-вспышки при всех его номинальных скоростях.

Шторный затвор помещается чаще всего непосредственно перед поверхностью пленки. Он состоит из двух шторок. При малых экспозициях при спуске затвора первая шторка открывает пленку, а вторая затем ее закрывает. Весь кадр в течение некоторого времени остается открытым. Синхро-

низация осуществляется так, чтобы вспышки происходили в момент, когда весь кадр пленки открыт. Такой момент в шторных затворах у большинства фотоаппаратов существует при скоростях затвора не более $^1/_{25}$ *сек.*

Затворы фотоаппаратов имеют обычно один или два синхроконтакта, служащие для подключения синхрокабеля лампы-вспышки. Один контакт, действующий без предупреждения, включает вспышку в момент полного открытия затвора. Этот контакт, называемый в отечественных аппаратах 0-контактом (нулевым) и в зарубежных Х-контактом, предназначен для съемки с лампами-вспышками. Такой контакт используется, например, в фотоаппаратах «Москва-4», «Москва-5», «Любитель-2», «Спутник» и многих зарубежных аппаратах с центральным затвором.

Некоторые фотоаппараты имеют два синхроконтакта. Второй контакт, обозначаемый в зарубежных аппаратах буквой М, а в отечественных — контуром электрической лампочки, предназначается для фотографирования с одноразовыми лампами-вспышками. Для электронных импульсных ламп он не используется. Этот контакт замыкает цепь лампы с опережением в 15 *мксек*, для того чтобы компенсировать время, необходимое для загорания одноразовой лампы-вспышки.

В наиболее совершенных типах фотоаппаратов со шторным затвором имеется только один синхроконтакт, а необходимое опережение устанавливается синхрорегулятором на нужную для данного типа ламп величину. На синхрорегуляторе обозначения приведены в миллисекундах, а время опережения отсчитывается не от момента нажима на спуск затвора, а от момента полного его открытия.

При использовании импульсной лампы-вспышки синхрорегулятор должен быть установлен на нуль. Если применяется одноразовая лампа-вспышка Ф-1, то его следует установить на 20 *мсек.*

Определение экспозиции

Правильная экспозиция пленки при обычной съемке подбирается путем изменения величины действующего отверстия (диафрагмы) и скорости действия затвора. При пользовании импульсной лампой подобрать экспозицию установкой различных скоростей затвора нельзя, так как время действия вспышки всегда меньше самой высокой скорости затвора. В фотоаппарате «Зоркий 3С», например,

максимальная скорость равна $^1/_{1\,000}$ *сек*, а время вспышки лампы ЭВ-1 $^1/_{2\,000}$ *сек*.

Таким образом, как бы мы ни меняли скорость затвора, время освещения объекта будет определяться не этим изменением, а временем вспышки.

Поэтому при съемках с электронной импульсной лампой количество света, попадающее на пленку от снимаемого объекта, будет определяться мощностью лампы, величиной относительного отверстия объектива (диафрагмой), расстоянием от лампы-вспышки до аппарата и способностью самого объекта отражать свет.

Выбор правильной экспозиции, кроме этих факторов, будет еще зависеть от чувствительности негативного материала (пленки).

Для определения правильной экспозиции пленки пользуются так называемым «ведущим числом» лампы. Это число определяется для каждого прибора экспериментально путем проведения съемки контрольной ленты и проявления ее в нормальном проявителе в течение времени, для которого определена ее чувствительность. Во избежание ошибок для этого должна использоваться свежая пленка.

Съемка контрольной ленты ведется следующим образом. Для съемки выбирается объект средней контрастности (не имеющий совершенно белых или черных цветов). Съемка производится аппаратом, установленным на штативе на расстоянии, например, 3 *м* от объекта. Не сдвигая объекта и аппарата, делают ряд снимков при скорости затвора $^1/_{25}$ *сек*. Между снимками делается перерыв не менее 5 *мин*, с тем чтобы конденсатор лампы успевал полностью зарядиться.

Снимки делаются при всех значениях диафрагмы, имеющихся на аппарате, начиная от полного отверстия и до самого малого. Затем контрольная лента проявляется и фиксируется. Из полученной серии негативов выбирается лучший. Значение относительного отверстия, при котором был снят этот лучший негатив, помноженное на расстояние между аппаратом и объектом съемки, и даст ведущее число для данной чувствительности пленки.

Например, если контрольная лента снималась на пленке 45 ед. ГОСТ, расстояние было 3 *м*, и лучший негатив получился при относительном отверстии 5,6, то ведущее число для данной чувствительности будет $5{,}6 \cdot 3 \approx 17$.

Таким образом, ведущее число устанавливает зависимость между чувствительностью пленки, расстоянием до

снимаемого предмета и отверстием диафрагмы для данной лампы-вспышки. Отсюда видно, что для определения экспозии при съемке можно легко вычислить значение правильной диафрагмы и для любого другого расстояния между объектом съемки и аппаратом. Для этого достаточно полученное ведущее число разделить на расстояние. Например, для расстояния 5 *м* следует установить диафрагму $17:5 \approx 3{,}5$, для расстояния 8 *м* $17:8 \approx 2$ и т. д.

Для других значений чувствительности пленки ведущее число легко вычислять, изменяя его пропорционально изменению величины чувствительности, выраженной в ед. ГОСТ. При этом надо помнить, что изменение в 2 раза величины чувствительности вызывает изменение ведущего числа в $\sqrt{2} = 1{,}4$ раза. Таким образом, величины ведущего числа в нашем примере будут для пленки 90 ед. равняться $17 \cdot 1{,}4 \approx 24$, для пленки 180 ед. $24 \cdot 1{,}4 \approx 34$, для пленки 360 ед. $34 \cdot 1{,}4 \approx 48$.

Серия контрольных снимков позволяет получить все необходимые данные об электронной импульсной лампе. При этом, однако, не учитывается степень способности объекта отражать падающий на него свет.

Чтобы учесть и этот фактор, при съемке светлых объектов следует уменьшать полученную величину относительного отверстия на 0,5—1 деление диафрагмы, а для темных объектов увеличивать его на такое же значение. Это особенно важно для цветной фотографии, где приходится считаться с очень малой фотографической широтой пленки.

Прибор для измерения параметров лампы-вспышки

Ведущее число лампы-вспышки зависит и от ряда конструктивных факторов, в том числе от качества рефлектора, напряжения источника питания, емкости зарядного конденсатора и т. д. Очевидно, что такой фактор, как качество рефлектора, не может быть учтен в любительских условиях при предварительном расчете ведущего числа. Да и величины напряжения питания и емкости зарядного конденсатора могут несколько отличаться от принятых при расчете

Определение ведущего числа может быть произведено с помощью простого прибора, схема которого приведена на рис. 20. В этой схеме нагрузочное сопротивление R_1 вакуумного фотоэлемента $Л_1$ включено в цепь сетки триода $Л_2$. Если светочувствительный катод фотоэлемента не освещен,

то через сопротивление R_1 протекает лишь начальный (темновой) ток. Величина темнового тока современных вакуумных фотоэлементов незначительна (0,01—0,1 *мка*), и падение напряжения, создаваемое этим током на сопротивлении R_1, может быть компенсировано выбором начального смещения триода $Л_2$. В результате заряда конденсатора C_1 (через сопротивление R_1) напряжение на нем нарастает до напряжения источника питания.

Световой поток, падающий на фотокатод $Л_1$ при включении направленной на него импульсной лампы, вызывает

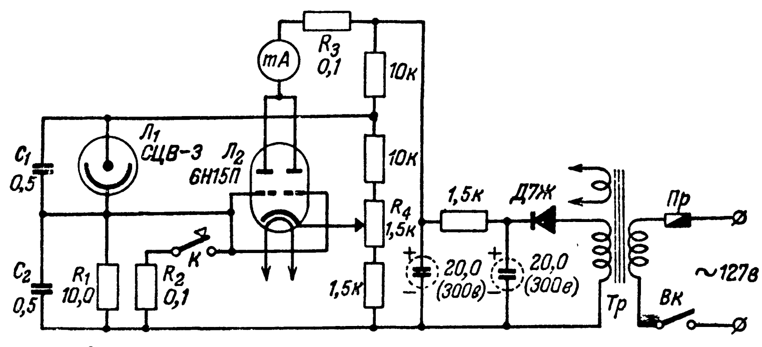


Рис. 20. Схема прибора для измерения параметров импульсной лампы.

резкое увеличение тока через фотоэлемент и его нагрузочное сопротивление. Величина тока определяется освещенностью фотокатода, а время, в течение которого протекает этот ток, пропорционально длительности вспышки импульсной лампы. В результате этого падение напряжения на сопротивлении R_1 увеличивается. Конденсатор C_2 заряжается, причем максимальное напряжение на нем пропорционально времени протекания фототока через сопротивление и величине фототока. Одновременно конденсатор C_1 разряжается через фотоэлемент. Если лампа $Л_2$ стоит в линейном режиме, то анодный ток этой лампы, а следовательно, и показания миллиамперметра, включенного в ее анодную цепь, будут пропорциональны напряжению на конденсаторе C_2, которое в свою очередь пропорционально световому потоку, падающему на фотокатод, и длительности вспышки.

По окончании вспышки протекание фототока прекращается и сопротивление фотоэлемента резко возрастает. Заряд, запасенный конденсатором C_2, начинает стекать

через сопротивление R_1. Одновременно происходит дозарядка конденсатора C_1 (тоже через сопротивление R_1). Токи заряда C_1 и разряда C_2, протекая через сопротивление R_1, создают на нем напряжение, которое медленно уменьшается от начальной величины до нуля. Скорость изменения напряжения зависит от выбора величин C_1, C_2 и R_1 и может быть сделана достаточно малой. Таким образом, схема как бы запоминает (с погрешностью, увеличивающейся с течением времени) величину напряжения, создаваемого на сопротивлении чрезвычайно коротким импульсом фототока. Эта важная особенность схемы и позволяет производить измерение импульса фототока, длительность которого составляет несколько тысячных долей секунды, обычным стрелочным измерительным прибором. Применение усилительной лампы $Л_2$ снижает требования к чувствительности прибора.

Кнопка K позволяет производить сброс показаний прибора в любой момент путем уменьшения в 100 раз постоянной времени «запоминающей» схемы. При указанных в схеме номиналах время, в течение которого показания прибора уменьшаются до нуля, составляет около 30 *сек.*

Вообще говоря, величины всех элементов, входящих в схему, некритичны, за исключением сопротивления R_3 в анодной цепи триода. Величиной этого сопротивления определяется линейность шкалы измерительного прибора.

Для возможности работы с прибором в светлом помещении в схеме предусмотрен потенциометр R_4, позволяющий изменять в некоторых пределах начальное смещение лампы $Л_2$. Перед началом измерений регулировкой этого потенциометра стрелка прибора должна быть установлена на нуль.

Выпрямитель выполнен по однополупериодной схеме Силовой трансформатор *Тр* с коэффициентом трансформации 1 : 1 рассчитывается на ток около 15 *ма* при напряжении 127 *в.*

Единственной особенностью конструктивного оформления прибора можно считать необходимость размещения фотоэлемента в шахте глубиной 5—7 *см* для предохранения фотокатода от рассеянного света. Шахта делается в боковой стенке прибора.

Прибор удобно откалибровать в относительных единицах. Это означает, что на шкале прибора будут откладываться не абсолютные значения ведущих чисел, а значения некоторого коэффициента *n*. Этот коэффициент равен отно-

шению измеряемого ведущего числа M к некоторому значению ведущего числа M_0, взятого за параметр, т. е. $n = M/M_0$.

Как же определяются значения коэффициента n? Для этого берется любая лампа-вспышка, дающая хорошие результаты при съемке. Последнее означает, что ведущие числа, указанные в таблице для этой лампы, выбраны правильно. Установив лампу против шахты, в которой расположен фотоэлемент прибора, на расстоянии $r_0 = 2$ *м*, производят несколько вспышек, регулируя чувствительность прибора так, чтобы стрелка отклонялась до середины шкалы. Для этой точки шкалы принимаем $n = 1$. Расстояние r_0 назовем базой прибора. Если теперь изменить расстояние до $r_1 = 2{,}5$ *м* и произвести вспышку, то отклонение стрелки прибора будет меньше, так как освещенность светочувствительной поверхности фотоэлемента изменится обратно пропорционально квадрату расстояния. Деление шкалы, до которого отклонилась стрелка прибора, будет соответствовать новому значению n, равному отношению r_0 к r_1. В этом случае n будет меньше единицы. Подобным же образом находятся и другие точки шкалы прибора. Для значений n, бо́льших единицы, расстояние между прибором и лампой должно быть меньше базы.

Для определения значения ведущего числа исследуемая лампа-вспышка устанавливается на расстоянии r_0 от прибора и производится вспышка. По показаниям прибора определяется значение поправочного коэффициента n для этой лампы. Тогда значение ведущего числа исследуемой лампы для данной чувствительности пленки равно $M = nM_0$, где M_0 — ведущее число импульсной лампы (по которой производилась градуировка прибора) для выбранной при съемке чувствительности фотопленки.

Как уже упоминалось выше, изменение чувствительности фотопленки сопровождается изменением ведущего числа. Однако значение поправочного коэффициента в этом случае остается справедливым. Например, если при вспышке исследуемой лампы стрелка прибора отклонилась до деления 2, а прибор градуировался по лампе «Молния», то значения ведущего числа для пленок чувствительностью 45, 60 и 90 ед. ГОСТ для «Молнии» равны 17, 20 и 24, а для исследуемой импульсной лампы — соответственно 34, 40 и 48.

Так как при старении батареи уменьшается энергия вспышки лампы, а следовательно, и ее ведущее число, то для получения хороших результатов при съемке необходи-

мо периодически контролировать значение ведущего числа лампы.

Практика фотографирования с лампой-вспышкой

Для фотографирования с лампой-вспышкой необходимо определить расстояние до объекта съемки, а затем, разделив на это расстояние ведущее число, определить диафрагму и установить найденное значение ее на объективе аппарата. Если для съемки используется аппарат со шторным затвором, то скорость его следует установить на $^1/_{25}$ *сек.*

При съемке вечером в помещении или на улице внешнего освещения при определении диафрагмы можно не учитывать. Если же съемка производится при ярком солнце или с подсветкой сильным искусственным светом, то импульсную лампу можно удачно применить для подсветки теней. В этом случае выбор соотношения скорости затвора и диафрагмы должен определяться более сильным источником света (на солнце это будет, естественно, солнечный свет). Конечно, в таких условиях импульсную лампу можно использовать только с аппаратом, имеющим не шторный, а центральный затвор.

При съемке вечером, когда доминирует свет импульсной лампы, ее расположение рядом с фотоаппаратом дает резкое «плоское» освещение. Этот недостаток можно устранить, применяя одновременно две импульсные лампы, причем одна из них должна помещаться, как обычно, на кронштейне, а другая — сбоку.

Весьма часто встречающимся недостатком снимков с импульсной лампой является неравномерное освещение переднего и заднего планов. Объясняется это тем, что освещенность уменьшается прямо пропорционально квадрату расстояния от источника света до объекта съемки. Если, например, диафрагма подобрана так, чтобы обеспечить правильную экспозицию переднего плана, а второй план размещен на расстоянии, вдвое большем, чем передний, то освещенность его будет в 4 раза меньше чем переднего плана, и он окажется недодержанным.

Чтобы избежать этого недостатка, нужно второй план подсвечивать другими источниками света или — в случае отсутствия подсветки — выбирать диафрагму из расчета на средний план, обеспечив, таким образом, незначительную передержку. При определении степени передержки

переднего плана необходимо помнить о приведенной выше пропорциональности освещенности квадрату расстояния.

Очень хорошие результаты дает использование импульсной лампы в качестве подсветки при съемке против солнечного света. В этом случае величину диафрагмы следует определять по освещенности солнечным светом, а расстояние между импульсной лампой и объектом съемки — так, чтобы подсветка импульсной лампой была меньше, чем освещенность от солнца. При правильном определении экспозиции снимки получаются очень естественными и трудно определить, что они сделаны с применением импульсной лампы.

Так как импульсная лампа является практически точечным источником света, то она освещает объект ярко выраженным прямым светом. Практическое отсутствие освещения за счет рассеянного света делает теневые места объекта почти черными. Обычно для улучшения рассеивания света рефлекторы импульсных ламп изготовляются шероховатыми или в виде ячеек, однако одного этого все же оказывается недостаточно. В ряде случаев полезно закрыть рефлектор импульсной лампы марлей или тюлем, что способствует рассеиванию света и улучшает подсветку теней.

Когда имеется импульсная лампа достаточной мощности, то съемку можно производить, направив рефлектор импульсной лампы не на объект съемки, а на белую стену или потолок; тогда объект будет освещаться только отраженным от потолка рассеянным светом. Снимки, выполненные таким образом, отличаются мягкостью и хорошей передачей фактуры объекта.

Для определения экспозиции при использовании двух или нескольких электронных импульсных ламп можно пользоваться следующими простыми правилами.

При применении двух импульсных ламп с питанием от одного общего конденсатора освещенность не изменяется, меняется только направление света. Ведущее число будет таким же, как для одной лампы, питаемой этим же конденсатором.

Если применяются две отдельные лампы-вспышки, рефлекторы которых освещают один и тот же объект на равном расстоянии, то ведущее число удваивается.

При применении одной из таких ламп для подсветки фона или теней ведущее число принимается равным ведущему числу лампы, обеспечивающей основное освещение, а лампа подсветки не учитывается.

При съемке в отраженном свете от потолка или стены точная выдержка должна быть определена опытным путем, так как коэффициент отражения стены может сильно меняться. Для грубого определения можно принять его равным 50%; тогда ведущее число следует уменьшить вдвое, а расстояние считать равным расстоянию от лампы до отражающей поверхности плюс расстояние от отражающей поверхности до снимаемого объекта.

При съемке с использованием штатива, например в ночных условиях, можно применить не одну, а несколько вспышек. В этом случае лампа используется без синхронизации, а вспышки производятся от руки. Затвор аппарата остается открытым все время, пока производится съемка. В этом случае можно, например, одной вспышкой подсветить передний план, а затем двумя-тремя дополнительными осветить стены прилегающих зданий.

Очень хорошие результаты дает использование двух или нескольких импульсных ламп. Для этого можно применить либо автоматическую лампу-сателлит (см. рис. 7), либо параллельное включение двух импульсных ламп, как показано на рис. 6.

Интересные результаты могут быть получены путем, например, последовательного срабатывания нескольких ламп-вспышек с некоторым временным сдвигом.

Если, например, пять ламп-вспышек будут расставлены через каждые 20 *м* вдоль беговой дорожки, а затвор аппарата, помещенного за финишной ленточкой, будет открыт в момент старта бегуна и закрыт после финиша, то при последовательных вспышках ламп через каждые 3 *сек* бегун будет снят на дистанции 5 раз

Незаменимым средством применения лампы-вспышки является съемка очень быстрых процессов, недоступных для съемки другими методами. К числу их можно отнести например, полет птиц и насекомых, момент падения капли и многие другие интересные явления природы.

Благодаря применению импульсных электронных ламп стало возможным сверхскоростное фотографирование процессов, длящихся миллионные доли секунды, или тел, перемещающихся в пространстве со скоростями, превышающими в несколько раз скорость звука. Ценность таких снимков для науки исключительно велика.

Особое значение приобрело применение импульсных ламп при фотографировании мелких животных и насеко-

мых в естественных условиях. Такие насекомые, как, например, муравьи, до появления импульсных ламп оставались для фотографии практически недоступными, и только применение импульсных ламп в комбинации с объективами с насадочными линзами дало возможность сфотографировать этих насекомых в естественных условиях.

Неоценимую помощь импульсные лампы оказывают при подводной съемке. Всемирно известные снимки морского дна на глубине нескольких тысяч метров с борта советского гидрографического судна, например, были выполнены при свете двух импульсных ламп-вспышек «Молния».

Применение электронных импульсных ламп значительно раздвинуло область использования цветной фотографии. Прежде всего импульсные лампы позволили обеспечить строго стабильные условия освещенности снимаемого объекта и тем самым избежать губительных для цветной фотографии ошибок в определении экспозиции. Импульсные лампы дали возможность, несмотря на сравнительно малую чувствительность цветных фотографических материалов, осуществить цветные моментальные снимки в помещении и использовать цветную пленку для репортажа, спортивных снимков и т. п.

Вследствие того что цветовая температура электронной импульсной лампы (5 500—6 300° С) примерно соответствует средней цветовой температуре солнечного света (5 200—5 800° С), для цветной съемки как в помещении, так и на улице может быть использована одна и та же пленка типа ДС. Плоское малоконтрастное освещение, столь неприятное при съемке на монохромных материалах, при цветной съемке в значительной мере сбезвреживается, так как здесь контраст обеспечивается за счет разнообразия цветов и оттенков объекта съемки.

Еще большее значение при цветной съемке приобретает использование импульсных ламп для подсветки. Вследствие малой фотографической широты цветных фотоматериалов при наличии контрастного освещения в тенях при недодержке происходит искажение цветопередачи нелинейного характера, которое не удается исправить никакими фильтрами. При применении подсветки импульсной лампой тени становятся менее глубокими и искажения цветов не наступает.

Цена 1 р. 15 к.